

(Ⅲ - 61) 高温養生履歴を持つ代表的鉱物粘土の力学特性に関する研究

芝浦工業大学 (学) ○ Makmur Solahudin

芝浦工業大学 (正) 足立 格一郎

芝浦工業大学 (正) 園田 紘史

1. はじめに

近年、高温条件下で粘土を圧密すると圧密が促進され、年代効果が発現すると報告されている。また、粘土は含有する粘土鉱物の種類によって力学的特性に差異があることもよく知られている。本研究は高温環境に置かれた鉱物粘土の力学特性を解明するために、代表的な鉱物粘土を用いて、二次圧密時に室温および高温条件下で養生した後に、圧密特性及びせん断強度特性を検討した。

2. 試料及び実験方法

実験に用いた試料及びその物理的特性は表-1に示す。各試料はスラリー状態にして十分に練り返し、さらに48時間脱気操作の後、圧密圧力 1.0 kgf/cm^2 で一次圧密終了まで室温条件下で再構成した。

再構成した試料を高温環境で使用可能な圧密試験機にセットし、圧密圧力 1.2 kgf/cm^2 までに段階的に圧密した。圧密圧力 1.2 kgf/cm^2 で一次圧密終了(3t法で確認)後に、二次圧密領域で各試料を室温(25℃)及び高温条件下(75℃)で3時間、3日間、2週間養生した(但し、ベントナイト試料は3日間、2週間)。その後、室温条件に戻すために2時間冷却を行った。

圧密特性を把握するために、冷却した後に、除荷をせずに圧密圧力 8.4 kgf/cm^2 まで段階的(1.6, 2.0, 2.4, 2.8, 3.6, 5.2, 8.4 kgf/cm^2)に圧密する。各段階の圧密時間はカオリン、イライト試料を30分間、ベントナイト試料を10日間とした。

また、せん断強度特性を把握するために一面せん断試験を行った。圧密試験機に圧密圧力 1.2 kgf/cm^2 で養生した試料を三笠式一面せん断試験機にセットし、等体積せん断試験を行った。

表-1 試料及びその物理的特性

試料	w_L (%)	I_p	G_s
カオリン	52.0	17.8	2.77
イライト	41.9	17.7	2.82
ベントナイト	344	309	2.53

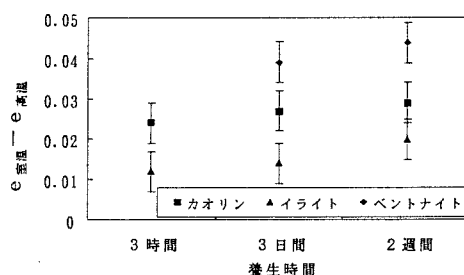


図-1 養生した後の各試料の間隙比の差

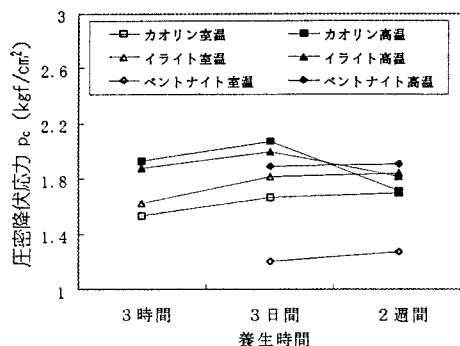


図-2 各試料の圧密降伏応力 p_c

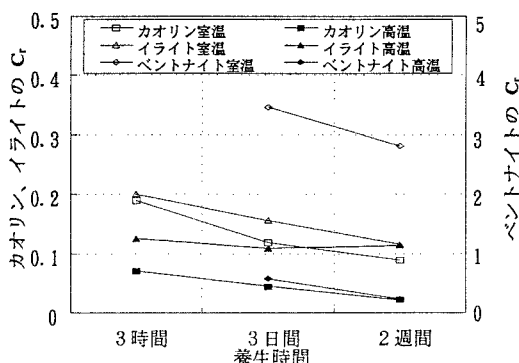


図-3 各試料の再圧縮指数 C_r

3. 実験結果

高温養生における間隙比の変化

図-1は、室温と高温養生した後の間隙比の差 Δe ($e_{\text{室温}} - e_{\text{高温}}$)を示す。高温養生によって間隙比が減少し、そのために試料がより圧縮された。図中のように高温養生による間隙比の減少量は鉱物粘土の種類に依存するようである。また、僅かであるが、養生時間が長くなると間隙比の差が大きくなる。従って、高温条件下で二次圧密が促進された。

圧密特性

年代効果を受けた粘土の圧密特性は、圧密降伏応力 p_c が室内で再構成した粘土より大きく、また、再圧縮指数 C_r が零に近いことが一般的に知られている。

図-2は、各試料の圧密降伏応力 p_c を示すものである。高温と室温養生試料の圧密降伏応力を比較すると、カオリン、イライト試料に対して、3時間、3日間養生では高温養生試料の方が大きくなったが、2週間養生した場合には明瞭な差が現れなかった。ベントナイト試料では、高温養生した方が遥かに大きな圧密降伏応力が得られた。

図-3は、各試料の再圧縮指数 C_r を示すものである。全体的に見ると、養生時間が長くなるとともに C_r が減少し、高温養生試料の C_r が室温養生試料に比べて小さくなる。但し、イライト試料では、養生時間が長くなると高温と室温養生試料の C_r の差が減少する傾向が見られた。

せん断強度特性

図-4、5は各試料のせん断応力及びせん断強度を示す図である。カオリンとベントナイト試料の場合には高温養生した方が大きなせん断強度が得られた。カオリン、イライト高温養生試料ではせん断応力がピークに達した後、大幅な応力低下は見られなかったが、ベントナイト試料では顕著に現れた。イライト高温養生試料では、養生時間が長くなるとせん断強度が減少する傾向が得られた。

4. まとめ

- ① カオリン、イライトに比べてベントナイトは高温養生すると圧密降伏応力、せん断強度が顕著に増大する。
- ② イライト試料では長期間に高温養生すると高温効果が相殺される。これはカリウムの含有量の減少によると思われる。
- ③ 鉱物粘土の種類によって高温環境の影響に差異がある。

文献：Towhata, I et al (1993) : "Volume change of clays induced by heating as observed in consolidation test," Soils and Foundations Vol.33, No.4, pp.170 - 183.

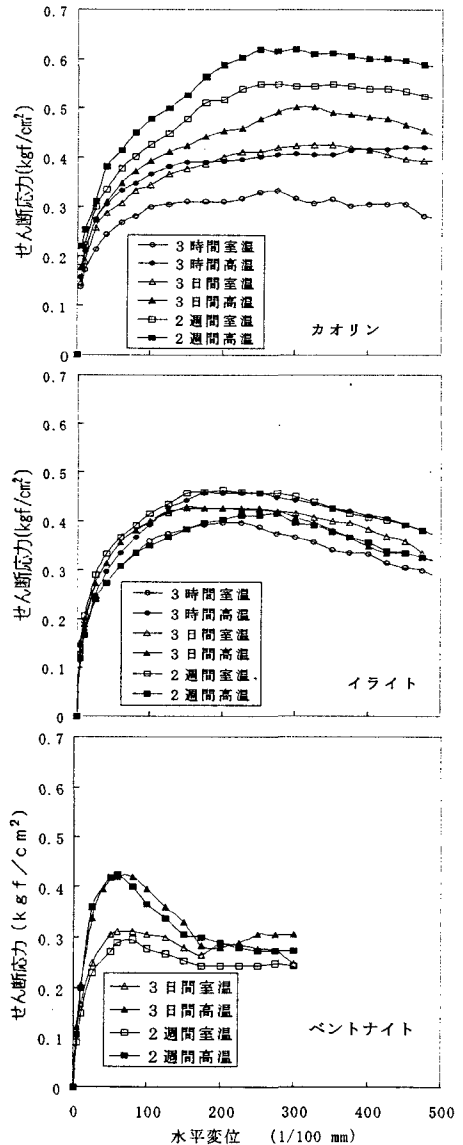


図-4 水平変位～せん断応力曲線

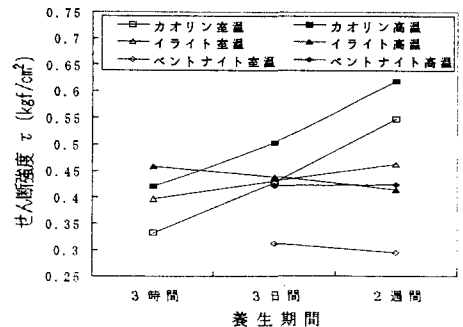


図-5 各試料のせん断強度